



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO

**“Control biológico de *Moniliophthora roreri* del cultivo de cacao, con
Trichoderma spp, en El Carmen, Manabí.”**

AUTOR: Jonathan Javier Intriago Zambrano

TUTOR: Ing. Ricardo Paúl González Dávila, M.C

El Carmen, enero del 2025

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-04-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 01

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión en El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

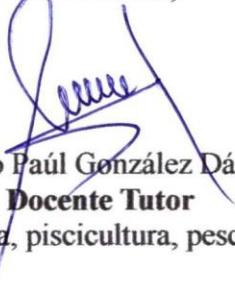
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular y/o proyecto de investigación bajo la autoría del estudiante **INTRIAGO ZAMBRANO JONATHAN JAVIER** legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Agropecuaria período académico 2024-2025, cumpliendo el total de 420 horas, cuyo tema del proyecto o núcleo problemático es **“Control biológico de *Moniliophthora roreri* del cultivo de cacao, con *Trichoderma spp*, en El Carmen, Manabí”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 13 de diciembre de 2024.

Lo certifico,



Ing. Ricardo Paúl González Dávila, M.C

Docente Tutor

Área: Agricultura, piscicultura, pesca y veterinaria

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

**“Control biológico de *Moniliophthora roreri* del cultivo de cacao, con
Trichoderma spp, en El Carmen, Manabí.”**

AUTOR: JONATHAN JAVIER INTRIAGO

TUTOR: ING. RICARDO PAÚL GONZÁLEZ DÁVILA, M.C

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO Ing. Nexar Cobeña Loor Mg.

MIEMBRO Ing. Francel López Mejía PhD.

MIEMBRO Ing. Jorge Vivas Cedeño Mg.



Declaración de Autoría

Yo Intriago Zambrano Jonathan Javier con cédula de ciudadanía 2300130768 estudiante de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Ext. El Carmen de la carrera Ingeniera Agropecuaria, declaró que soy el autor de la tesis titulada “Control biológico de *Moniliophthora roreri* del cultivo de cacao, con *Trichoderma spp*, en El Carmen, Manabí” esta obra es original y no infringe derecho de propiedad intelectual, asumo la responsabilidad total de su contenido y afirmo que todos sus conceptos, ideas, textos y resultados que no son de mi autoridad están debidamente citados y referenciados.

Atentamente



Intriago Zambrano Jonathan Javier

DEDICATORIA

Este tema está dedicado con mucho cariño para ustedes, compartiendo un poco de mi vida y a todas las personas que han influido en mi entorno social y cultural, como mis padres, familiares y amigos, quienes han sido fundamentales en mi formación educativa. Ellos me han ayudado a convertirme en una persona de bien, capaz de alcanzar todo lo que me proponga, siempre guiado por mis objetivos.

"Dicen que querer es poder", y sin duda, mi deseo es ser una persona exitosa, esforzarme para salir adelante y ayudar a mis padres. Gracias a su apoyo incondicional, puedo decir con orgullo que estoy más cerca de alcanzar mis metas. Agradezco profundamente tener a mis dos padres vivos, ya que sé que no son seres eternos y no estarán con nosotros para siempre.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, Heber Intriago y Eulalia Zambrano, así como a mi abuelita paterna, a quien cariñosamente llamamos "Mami María", por su gran influencia en mi crianza. Ellos son las personas que más amo y valoro en este mundo, y no puedo imaginar qué habría sido de mi vida sin su presencia. Son los pilares fundamentales de mi vida, y estoy completamente seguro de que siempre desean lo mejor para mí. Es un verdadero orgullo haber llegado hasta este punto, y ellos se merecen verme cumplir mis sueños, ya sea en el campo de la educación o la ingeniería.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN.....	1
TÍTULO.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE ANEXO.....	6
RESUMEN.....	7
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO I.....	10
1. MARCO TEÓRICO.....	10
Origen del cultivo de cacao (<i>Theobroma cacao</i>).....	10
Taxonomía del cacao.....	10
Enfermedad que ataca al cultivo de cacao.....	11
1.1.1. Moniliasis.....	11
1.1.2. Hábitat y comportamiento de la moniliasis.....	11
1.1.3. Tipos de Controles de <i>Moniliophthora roveri</i>	12
1.1.3.1. Control biológico.....	12
1.1.3.2. Taxonomía <i>Trichoderma spp</i> :.....	13
1.1.3.3. Control químico.....	13
1.1.3.4. Control cultural.....	13
CAPITULO II.....	14
ESTADO DEL ARTE.....	14
Objetivo general.....	16
Objetivos específicos.....	16
CAPÍTULO III.....	16
3.1.1 Datos y características meteorológicas de la zona.....	16
Especificaciones del lugar de estudio.....	17
Variables.....	17
Variables independientes.....	17
Variables dependientes.....	17
1.1.4. Material vegetativo.....	18
1.1.5. Material de laboratorio para el aislamiento de <i>Trichoderma</i> y <i>Moniliophthora</i> ..	18

1.1.6.	Material de campo.....	18
1.1.7.	Insumos.....	18
1.1.8.	Unidad Experimental.....	19
1.1.8.1.	Factores a estudiar.....	19
1.1.9.	Análisis estadístico.....	19
	Tratamientos.....	19
1.1.10.	Dosis.....	20
1.1.11.	Características de las unidades experimentales.....	20
1.1.12.	Evaluar la eficiencia de los diferentes tratamientos.....	21
	CAPITULO IV.....	21
2.	Resultados estadísticos.....	21
1.	4.2. Discusión.....	22
	CAPITULO V.....	23
1.1.1.	CONCLUSIONES.....	23
1.1.2.	RECOMENDACIONES.....	23
7.	Referencias Bibliográficas.....	1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características agroecológicas de la localidad	19
Tabla 2. Descripción de umero de tratamientos	21
Tabla 3. la dosis de Trichodermas que se utilizarán en el experimento serán	22
Tabla 4. Análisis de la varianza	23

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Promedios de crecimiento de *Trichoderma spp.* y *Moniliophthora roreri* en medios de cultivo PDA..... 27
- Figura 2.** Ensayo de competencia de *Moniliophthora roreri* y *Trichoderma spp.* en medio de cultivo PDA.28
- Figura 3.** Porcentaje de colonización de *Trichoderma spp.* en medio de cultivo PDA.....29

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza del crecimiento de <i>Moniliophthora roreri</i> bajo condiciones de competencia con <i>Trichoderma spp.</i> en medio de cultivo PDA.....	25
Anexo 2. Aislamiento de <i>Moniliophthora roreri</i> en medio de cultivo PDA y condiciones de laboratorio. Etapas de crecimiento.....	27
Anexo 3. <i>Trichoderma spp.</i> utilizada en el experimento.....	28
Anexo 4. Competencia entre <i>Moniliophthora roreri</i> y <i>Trichoderma spp.</i> en medio de cultivo PDA y condiciones de laboratorio. Fase inicial.. ..	29
Anexo 5. Competencia entre <i>Moniliophthora roreri</i> y <i>Trichoderma spp.</i> en medio de cultivo PDA y condiciones de laboratorio. Fase final.....	30

RESUMEN

El cacao (*Theobroma cacao*) es una planta nativa de los trópicos húmedos de América, cuyo origen se ubica probablemente en la región amazónica del noroeste de América del Sur. Este cultivo desempeña un papel crucial en la economía de Ecuador, siendo uno de los principales productos de exportación, como materia prima o elaborados ya que genera empleo para una gran proporción de la población, tanto en áreas rurales como urbanas. Además, el cacao tiene un impacto socioeconómico esencial, al contribuir significativamente al desarrollo rural, generar ingresos importantes y servir como una fuente clave de empleo y divisas para numerosas familias ecuatorianas. Por lo tanto, este proyecto de investigación se enfocó en el control biológico de *Moniliophthora roreri* en condiciones de laboratorio en El Carmen, Manabí, utilizando el hongo *Trichoderma spp.*, con la finalidad de ofrecer alternativas económicas y amigables con el medio ambiente. Los resultados obtenidos muestran que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, siendo T1 y T2 donde hubo menor crecimiento de monilla y T4 y T5, donde el crecimiento de *Moniliophthora roreri* fue mayor, debido a la ausencia de trichoderma que fue provocado por las disoluciones.

Palabras claves: Cacao, moniliasis, competencia, control biológico

ABSTRACT

Cocoa (*Theobroma cacao*) is a plant native to the humid tropics of America, probably originating in the Amazon region of northwestern South America. This crop plays a crucial role in Ecuador's economy, being one of the main export products, both as a raw material and as a processed product, since it generates employment for a large proportion of the population, both in rural and urban areas. Furthermore, cocoa has an essential socioeconomic impact, contributing significantly to rural development, generating important income and serving as a key source of employment and foreign exchange for numerous Ecuadorian families. Therefore, this research project focused on the biological control of *Moniliophthora roreri* under laboratory conditions in El Carmen, Manabí, using the fungus *Trichoderma* spp., with the aim of offering economical and environmentally friendly alternatives. The results obtained show that there are significant statistical differences between the treatments, with T1 and T2 having less growth of monilla and T4 and T5, where the growth of *Moniliophthora roreri* was greater, due to the absence of trichoderma which was caused by the solutions.

Key words: Cocoa, moniliasis, competition, biological control

INTRODUCCIÓN

El cultivo de *Theobroma cacao* es una de las principales fuentes de exportación, con un área sembrada aproximada de 600.000 hectáreas y una producción anual cercana a las 380.000 toneladas de cacao, según estadísticas de 2019 (JICA, 2020). El cacao ecuatoriano es reconocido por su calidad, especialmente la variedad nacional, y se exporta principalmente a mercados como Estados Unidos, Países Bajos, Malasia, México e Indonesia. Durante 2020, el sector logró un récord de exportación, con un crecimiento del 11% en comparación con 2021 (HORA, 2021). Este crecimiento ha sido clave para la recuperación económica del país tras los efectos de la pandemia, generando empleo e ingresos para miles de familias cacaoteras, lo que lo convierte en un pilar del desarrollo rural ecuatoriano.

Llegando a ser una creciente de vital importancia socioeconómica en Ecuador, cuya producción proporciona importantes beneficios económicos su explotación y exportación contribuyen al desarrollo rural de muchas familias como fuente de generación de empleo y divisas.

La producción del cultivo se ve afectada por varios factores que minimizan el desarrollo total de esta fruta, como la presencia de enfermedades y plagas que deterioran y degradan las mazorcas y las almendras, entre una de ellas esta *Moniliophthora roreri* un hongo que causa la moniliasis, que infecta exclusivamente frutos jóvenes de cacao y de otras especies afines y destruye las semillas que son el producto comercial. Esta enfermedad de la mazorca en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) alcanza pérdidas de hasta el 60% de la cosecha. (Riaño, 2021).

La moniliasis es una de las enfermedades más perjudiciales para el cultivo de cacao. Esta enfermedad infecta únicamente a los frutos de cacao, pero con tal severidad que se constituye en uno de los factores que mayormente limita la producción del cultivo, siendo favorecida por

las altas temperaturas y el alto porcentaje de humedad de las regiones tropicales y subtropicales. En el Ecuador se ha encontrado que la enfermedad provoca pérdidas en la productividad que van desde el 16 hasta el 80%, con promedios que fluctúan del 20 al 27 % anual. (Enríquez, 2004). Por lo anterior la presente investigación tiene los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar la eficiencia de *Trichoderma spp.*, en el control de *Moniliophthora roreri* del cultivo de *Theobroma cacao*, bajo condiciones *In vivo* controladas en la zona de El Carmen Manabí.

Objetivos específicos

- Establecer el protocolo para el aislamiento y multiplicación artesanal de *Trichoderma spp.* y *Moniliophthora roreri* en la zona de El Carmen, Manabí
- Establecer la dosis adecuada de *Trichoderma spp.* (conidios/m) para el control de *Moniliophthora roreri* bajo condiciones de laboratorio
- Determinar la patogenicidad de *Trichoderma spp.*, sobre el hongo *Moniliophthora roreri* bajo condiciones de laboratorio.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Origen del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Según Montes (2016), el cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta originaria de los trópicos húmedos de América, su centro de origen se cree estar situado en el noroeste de América del sur, en la zona amazónica. El cacao es de importancia relevante en la economía del Ecuador, por ser un producto de exportación y que constituye una fuente de empleo para un alto porcentaje de habitantes de los sectores rurales y urbano.

Según Sánchez, y otros (2019), el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) tiene gran importancia socioeconómica en América Latina y el Caribe (ALC) ya que es uno de los principales productos de exportación, sea como materia prima o elaborados. En la región, el cultivo de cacao posee una histórica trayectoria vinculada a millones de personas, muchos de ellos vinculados con la agricultura familiar (AF), por lo que es fuente de ingresos económicos y favorece en la redistribución de la riqueza de los países. Este cultivo constituye una alternativa para enfrentar los efectos del cambio climático y en la actualidad es clave para concretar procesos de paz.

Según Ramírez (2013), para encontrar el significado de la palabra cacao se ha de recurrir a la lengua maya: “Cac” que en esta lengua, quiere decir rojo (en referencia al color de la cáscara del fruto) y “Cau” que expresa las ideas de fuerza y fuego. La palabra “Theobroma”, que en griego significa “alimento de Dioses”, fue empleada por Carlos Linneo, como término

científico para denominar al árbol del cacao. El cacao da origen a uno de los productos más deliciosos del mundo: el chocolate, que fue desarrollado y popularizado recién en el siglo XIX.

Taxonomía del cacao

Montes (2016), menciona que el cacao tiene la siguiente taxonomía:

- Reino: Plantae
- Tipo: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Malvales
- Familia: Sterculiaceae
- Género: Theobroma
- Especie: cacao L.

Enfermedad que ataca al cultivo de cacao

1.1.1. Moniliasis

La primera detección del hongo *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao fue en la región de Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador (FHIA, 2003). El investigador Roger envió especímenes de Ecuador a R. E. Smith en la Universidad de California quien consideró que se podría tratar de una especie parecida a *Monilla frutícola* (Correa et al., 2014). En el año 1918, Roger reportó que en Quevedo había encontrado un nuevo patógeno fúngico que atacaba a las mazorcas de cacao. Debido al desconocimiento del patógeno se le atribuyeron varios nombres a la enfermedad como: enfermedad acuosa, enfermedad de Quevedo, vaina helada y mancha (Aguirre, 2019).

1.1.2. Hábitat y comportamiento de la moniliasis

Según Sánchez (2012), Esta enfermedad se ha reportado en altitudes de entre 0 y 1520 msnm, en regiones con precipitaciones anuales que varían de 780 a 5500 mm y temperaturas entre 18 y 28 °C (Phillips, 2006; IICA, 2006). Meléndez (1993) identificó una estrecha relación entre la humedad relativa y el desplazamiento de esporas del hongo, señalando que su liberación ocurre cuando la humedad relativa está entre el 71% y el 74%, aproximadamente entre las 10:00 am y las 2: 00 pm Por su parte, Phillips-Mora (2006) indicó que las condiciones de sequedad, baja humedad relativa y temperaturas superiores a 26 °C favorecen la liberación y dispersión de las conidias. Además, las lluvias intensas y frecuentes generan agua libre sobre los frutos, lo que facilita la germinación y penetración de los conidios.

El tiempo de infección puede ser de 3 a 8 semanas. Este comportamiento puede variar dependiendo de la edad del fruto, la intensidad del ataque, la susceptibilidad del árbol y las condiciones climáticas, especialmente la presencia de lluvias. Predomina en frutos jóvenes y durante días cálidos y lluviosos, donde el período de incubación se acorta a tres semanas (FHIA, 2003), sin embargo, Cruz (1993) relata que el período de incubación (latente) fluctúa entre 30 y 70 días (Sánchez, 2012).

La primera detección del hongo *M. royeri* en las primeras mazorcas de cacao fue en la localidad de Quevedo, Los Ríos, Ecuador (FHIA, 2003). El investigador Roger envió especímenes de Ecuador a R. E. Smith en la Universidad de California quien consideró que se podría tratar de una especie parecida a *Monilia frutícola* (Correa et al., 2014). En el año 1918, Roger reportó que había encontrado un nuevo patógeno fúngico que atacaba a las mazorcas de cacao en Ecuador originario de Quevedo. Debido al desconocimiento del patógeno se le atribuyeron varios nombres a la enfermedad como: enfermedad acuosa, enfermedad de Quevedo, vaina helada y mancha. (Aguirre, 2019)

1.1.3. Tipos de Controles de *Moniliophthora royeri*

1.1.3.1. Control biológico

Para el control biológico se sugiere la aplicación del hongo *Trichoderma*, el mismo que tiene la función de un fungicida biológico, debe ser colocado de preferencia en la época de lluvias. En concordancia con lo anterior en la provincia de Manabí, la Moniliasis se presenta en épocas de lluvias, se reporta que hasta 60,7% de mazorcas son afectadas, debido a la temperatura y humedad favorable (INIAP, 2018).

Trichoderma spp., Este agente de control biológico ofrece varias ventajas, como su rápido crecimiento y desarrollo. Además, genera una gran cantidad de enzimas, cuya producción se ve estimulada por la presencia de hongos fitopatógenos. Puede crecer en una variedad de sustratos, lo que facilita su producción en grandes cantidades para su aplicación en la agricultura. Su alta tolerancia a condiciones ambientales extremas y ambientes donde los hongos provocan enfermedades lo convierte en un bio-agente de control altamente eficiente. (Belesansky, 2018)

1.1.3.2. Taxonomía *Trichoderma spp.*:

- **Reino:** Fungí
- **División:** Ascomycota
- **Subdivisión:** Pezizomycotina
- **Clase:** Sordariomycetes
- **Orden:** Hypocreales
- **Familia:** Hypocreaceae
- **Género:** *Trichoderma*
- **Especie:** *T. harzianum*

1.1.3.3. Control químico

Control químico se realiza mediante aplicaciones de productos como Clorotalonil y óxido cuproso en las épocas de lluvia, estos productos se han reemplazado por moléculas menos tóxicas tales como: hidróxido de cobre, azoxistrobina y fluotalonil. (INIAP, 2018)

1.1.3.4. Control cultural

En lo que respecta a control cultural se recomienda la eliminación de frutos enfermos y la realización de podas. (INIAP, 2018)

- **Eliminación de frutos enfermos.**

Es imprescindible eliminar los frutos afectados por *Moniliophthora roreri* del árbol y del suelo tan pronto como se manifiesten los síntomas de la enfermedad, tales como señales marrones y deformidades.

Es crucial recolectarlos de manera meticulosa para prevenir la propagación de esporas. Los frutos enfermos deben ser eliminados a través de un entierro profundo o quema, garantizando que no existan restos que puedan constituir un foco de infecciones futuras.

- **Podas:**

Las podas deben llevarse a cabo de manera constante, idealmente al concluir la temporada de cosecha o durante los periodos de sequía, para disminuir la difusión de los patógenos. El propósito de estas podas es eliminar ramas secas, enfermas o dormidas que obstaculizan el flujo de aire y promueven condiciones de humedad, las cuales son perfectas para el crecimiento de *M. roreri*. Se aconseja limpiar las herramientas de poda con una solución de 10% de hipoclorito de sodio o 70% de alcohol entre cada corte para prevenir la difusión de la enfermedad. (Villamil *et al.*, 2012).

CAPITULO II

ESTADO DEL ARTE

El cacao constituye una importante fuente de ingresos económicos para las pequeñas familias dedicadas a su cultivo y genera numerosos empleos. En Ecuador, por ejemplo, su producción se concentra principalmente en las provincias de El Oro, Guayas, Los Ríos, Manabí, Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsáchilas (INEC, 2016), involucrando a aproximadamente 600 mil familias, lo que equivale al 4,3% de la población (González, 2011).

Autores como Ortiz-García et al. (2015), se ha reportado una disminución significativa en la incidencia de la "moniliasis" gracias a la implementación de programas de manejo integrado. Por su parte, Maldonado (2015) observó una reducción del 40% en la presencia de esta enfermedad tras la aplicación de podas y raleos fitosanitarios en cultivos de cacao. Otro aspecto clave en el manejo integrado es el uso de agentes antagonistas, como *Bacillus subtilis*, que se emplea para controlar. Se utiliza Clorotalonil para manejar diferentes fitopatógenos en cultivos de relevancia económica. Además, su empleo en el control de la "moniliasis" ha sido recomendado debido a su acción como fungicida de amplio espectro.

Aunque los hongos benéficos son fundamentales, existen pocos estudios orientados a controlarlos de manera eficiente y respetuosa con el medio ambiente. Por lo tanto, el manejo de enfermedades debe basarse en enfoques integrales que incluyan aspectos agronómicos (prácticas culturales), genéticos, biológicos y químicos. (Acebo-Guerrero et al., 2012)

Pérez et al. (2020), en su estudio sobre el biocontrol de *Moniliophthora roreri* con *Trichoderma spp.* encontraron que las cepas de *Trichoderma* aplicadas a través de riegos y tratamientos foliares resultaron en una disminución del 60% en la severidad de la enfermedad, lo que abre nuevas posibilidades para la biocontención de este patógeno.

En otro estudio realizado por (González y Rodríguez, 2018), sobre el uso de *Trichoderma spp.* en el control biológico de *Moniliophthora roreri*, reportaron que las cepas de *Trichoderma* aplicadas redujeron la incidencia de la moniliasis en un 45%. Los autores destacaron que este enfoque biológico ofrece una alternativa viable frente al uso de fungicidas, que pueden tener efectos adversos en el ambiente y la salud humana.

Mora-Peraza et al. (2016), estudiaron el control biológico de *Moniliophthora roreri* mediante el uso de *Trichoderma harzianum*. Los resultados mostraron una reducción significativa en la incidencia de la enfermedad, destacando a *Trichoderma* como una alternativa prometedora para el control ecológico de esta patología en cacao. Según los autores, este enfoque podría sustituir parcialmente el uso de fungicidas químicos, contribuyendo a un manejo más sostenible del cultivo (Mora-Peraza et al., 2016).

Estudios demostraron que, en las plantaciones de cacao, el fruto es el único órgano que se ve afectado por *M. roreri*. la infección. El patógeno puede penetrar y desarrollarse en cualquier fase de su crecimiento, pero la mayor susceptibilidad ocurre en las primeras etapas. Inicialmente, los síntomas se presentan como pequeños puntos aceitosos y circulares, que luego se transforman en manchas irregulares de color amarillo y marrón. El tiempo desde la infección hasta la aparición de las manchas es de aproximadamente 60 ± 10 días, dependiendo de la susceptibilidad del clon de cacao. En un plazo de tres a cuatro días, el micelio blanco crece

sobre las lesiones, y posteriormente se desarrollan las esporas, que dan lugar a un color que varía entre crema y marrón. (Jaimes y Aranzazu, 2010).

CAPÍTULO III

3.1 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1 Datos y características meteorológicas de la zona

La presente investigación se realizará en el cantón El Carmen se encuentra ubicado al noroeste de la provincia de Manabí, al norte y este con la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, al sur con la provincia del Guayas, al oeste con el Cantón Flavio Alfaro. Las características agrometeorológicas de la zona se muestran en la tabla 1.

3.1.2. Especificaciones del lugar de estudio

La investigación se realizó en el laboratorio agrícola, el mismo que se encuentra ubicado en la granja experimental Río Suma, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión el Carmen y las muestras de monilla fueron recolectadas de una plantación de cacao CCN51 ubicada en la misma granja. Las coordenadas geográficas (UTM) del área de estudio son:

674964.46 m E y 9971278.80 m S. Según el INHAMI (2017) La zona donde se realizó la investigación tiene las características agroecológicas que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Características agroecológicas de la localidad

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86%
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2659
Altitud (msnm)	249

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017)

3.1.3. Variables de estudio

Variable independiente

- *Trichoderma spp.*

Variables dependientes.

- Crecimiento de *Moniliophthora roreri*
- Porcentaje de control

3.1.4. Material vegetativo

Para el aislamiento de las cepas de *Moniliophthora roreri* que se utilizó en el ensayo, fue necesario recolectar mazorcas infectadas con el fitopatógeno, desde una plantación de cacao CCN51 ubicada en la Granja Experimental Río Suma, luego se trasladó hasta el laboratorio para realizar el aislamiento hasta la obtención de cultivos puros de monilla.

3.1.5. Material de laboratorio para el aislamiento de *Trichoderma* y *Moniliophthora*

Entre los materiales más importantes para el desarrollo del trabajo de campo se tienen: cajas Petri, pinzas, papel aluminio, guantes, mechero Bunsen, cámara fotográfica, libreta de apuntes, cepas del hongo *Trichoderma spp.*, Erlenmeyer de 250 y 500 ml, pipetas serológicas, autoclave, cabina de flujo laminar, estufa, balanza de precisión.

3.1.6. Material de campo

Los materiales más importantes para el trabajo de campo son: machetes, tijeras podadoras, bomba de fumigar, cámara fotográfica, libreta de apuntes, transporte, plantas de *Theobroma cacao*, cepas del hongo *Trichoderma spp.* presentación comercial, fundas de plástico

3.1.7. Insumos

Para el trabajo de laboratorio de manera general fue necesario tener: medio de cultivo Patata, Dextrosa Agar (PDA), agua destilada, GLP (gas licuado de petróleo), papel aluminio, cinta parafilm, fundas plásticas de polímero (ziploc), arroz en grano, cámara de flujo laminar y autoclave.

3.1.8. Unidad Experimental

Las unidades experimentales estuvieron constituidas por una caja de Petri, donde se colocó aproximadamente 20 mL de medio de cultivo PDA y sobre este los diferentes tratamientos y repeticiones.

3.1.9. Análisis estadístico

Para el análisis experimental de la investigación se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), los datos fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos.

- ADEVA (Análisis de varianza), aplicando el Software estadístico InfoStat.
- Para el análisis funcional la prueba de Tukey al 5% de probabilidad

3.1.10. Tratamientos

El ensayo tuvo cinco tratamientos con cuatro repeticiones, con un total de 20 unidades experimentales, de la siguiente manera:

Tabla 2. Descripción de los tratamientos utilizados en el estudio

Tratamientos	Descripción
T1	Sol. Madre (Dosis comercial recomendada de <i>Trichoderma spp.</i>)
T2	Dilución 10^{-1} de la Solución madre
T3	Dilución 10^{-2} de la Solución madre
T4	Dilución 10^{-3} de la Solución madre
T5	Dilución 10^{-4} de la Solución madre

3.1.11. Siembra de los tratamientos

Para la aplicación de los tratamientos, se esterilizó granos de arroz enteros, los mismos que fueron ubicados durante cinco minutos en las diluciones, luego se extrajo un grano de arroz y se colocó en una esquina de la caja de Petri y en la otra esquina 0,25 cm² de cultivo puro de

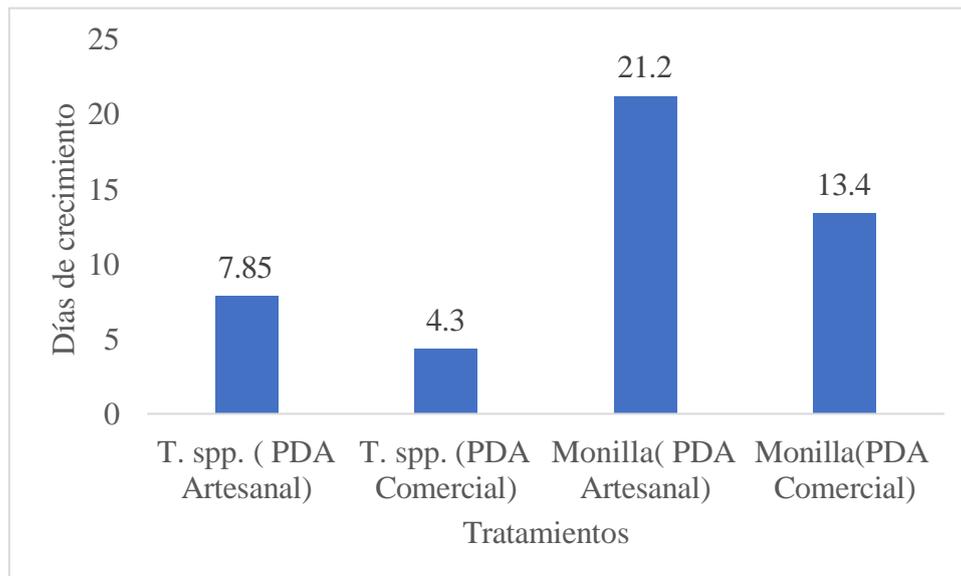
Moniliophthora roreri, se colocó en la oscuridad y se hizo el seguimiento diario hasta que la se colonice toda el área del plato de Petri.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para llenar una caja Petri de 100 mm de diámetro se utilizo de manera artesanal (PDA)Papa, Dextrosa y Agar como medio de cultivo se evaluó el comportamiento en días de crecimiento, obteniendo de manera artesanal ocho días de colonización, en comparación del método comercial que su crecimiento fue al cuarto día de haberse cultivado el hongo.

Figura 1. Promedios de crecimiento de *Trichoderma spp.* y *Moniliophthora roreri* en medios de cultivo PDA



Competencia de *Moniliophthora roreri* y *Trichoderma spp.*

Los resultados obtenidos muestran que no hay diferencias estadísticas significativas en los tratamientos 1 y 2 (Figura 1), condición similar ocurre en los tratamientos T4 y T5, siendo los mejores T1 y T2, debido a que en estos el promedio de crecimiento de los micelios de monilla es de 2,28 y 2,63 cm² respectivamente, lo que indica que *Trichoderma* inhibe el crecimiento del hongo fitopatógeno mediante la ocupación rápida del espacio. Al contrario en los tratamientos T4 y T5, donde la monilla ha colonizado toda el área de la caja Petri debido a que los inóculos de *Trichoderma* no han sido suficientes para colonizar el medio de cultivo por causa de las diluciones.

Figura 1. Ensayo de competencia de *Moniliophthora roreri* y *Trichoderma spp.* en medio de cultivo PDA.

C

C

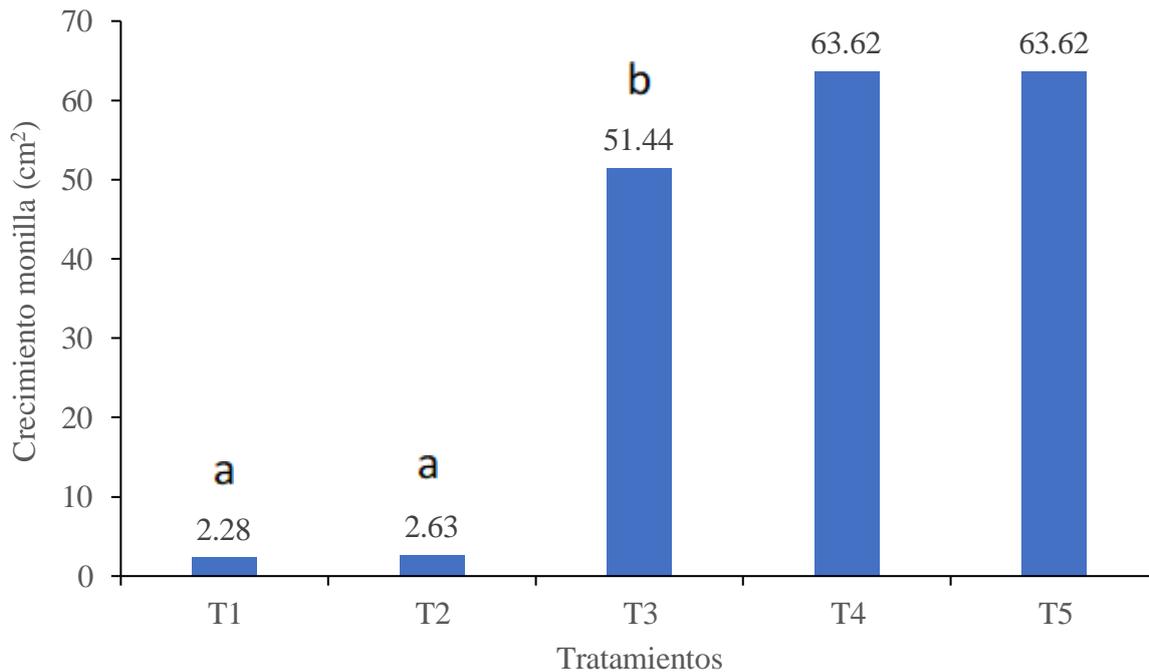


Figura No. 1. Crecimiento monilla (cm²)

La velocidad de crecimiento de los aislamientos fue entre tres y cuatro días, se desarrolla el micelio blanco sobre las lesiones y luego aparecen las esporas, las cuales confieren un color crema a marrón, estos resultados son muy parecidos a los de Jaimes y Aranzazu (2010), quienes descubrieron que en los cuatro días de incubación la colonia presentó un diámetro de 27,5 cm.

Porcentaje de colonización de *Trichoderma* spp.

El crecimiento de los micelios de *Trichoderma* spp. es mayor cuando las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) se encuentra en la concentración de inóculos entre 1×10^9 (T1) y 1×10^{10} (T2), tal como se muestra en la figura 2. Por el contrario en las diluciones 1×10^8 (T3) y 1×10^7 (T4), no se obtuvo crecimiento del hongo benéfico, debido al muy bajo número de inóculos presentes en las disoluciones. Lo anterior indica que no se deben hacer diluciones menores a 1×10^9 , debido a que no se tendrán suficientes hongos para poder colonizar las superficies.

Figura 3. Porcentaje de colonización de *Trichoderma spp.* en medio de cultivo PDA.

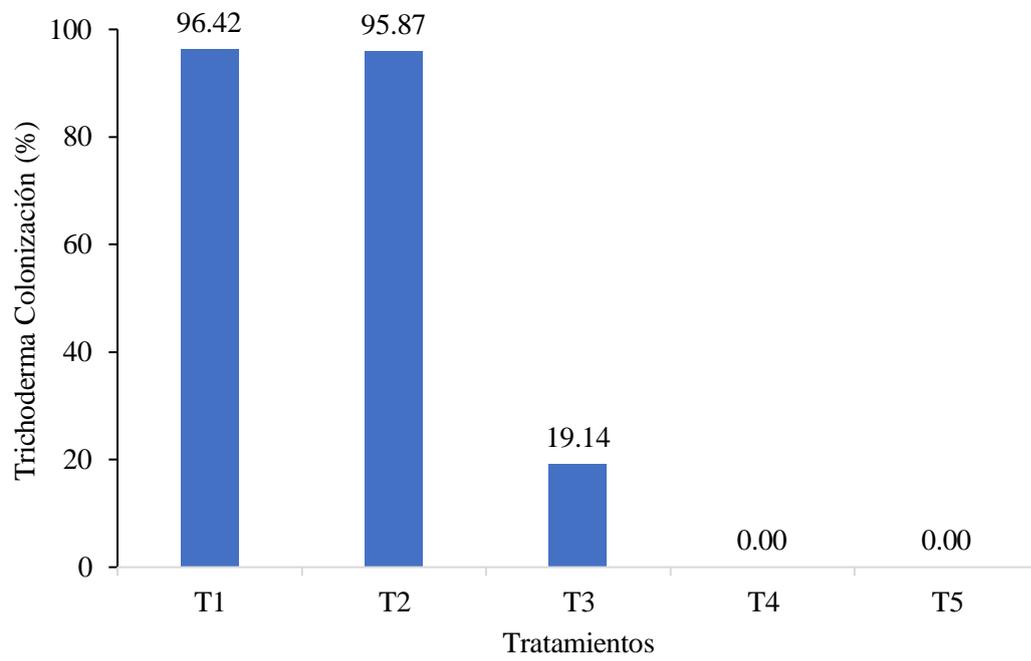


Figura No. 2. Trichoderma colonización (%)

CAPITULO V

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se puede concluir que la concentración de inóculos de *Trichoderma spp.* es clave para que el hongo benéfico pueda influir sobre el crecimiento de la monilla, siendo las diluciones adecuadas el T1 y T2, donde se tienen 1×10^9 (T1) y 1×10^{10} (T2) UFC.

En el caso de las diluciones 1×10^8 (T3) y 1×10^7 (T4), no serán eficientes al ser aplicados en campo, al contrario, representarán un costo importante, debido a la mano de obra requerida para la aspersión, lo que subirá los costos de producción, disminuyendo la rentabilidad a los agricultores.

CAPITULO VI.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la aplicación de los tratamientos a nivel de campo para evaluar el comportamiento de *Trichoderma spp.* frente a *Moniliophthora rerei* en este medio, debido a que las condiciones de campo abierto, siempre representarán mayores retos para el desarrollo de la trichoderma.

Realizar los aislamientos de cultivos puros de *Trichoderma spp.* y *Moniliophthora rerei* de manera meticulosa para obtener los mejores inóculos que permitirán el control más adecuado.

7. Referencias Bibliográficas

- Aguirre, G. (2019). *Caracterización molecular de Moniliophthora roreri causante de la vaina helada (moniliasis) en el cacao en tres provincias del Ecuador: Los Ríos*. UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ. Quito: UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ.
- Belesansky, S. C. (2018). producción artesanal de hongo trichoderma spp. (*nota tecnica*). Facultad de Ciencias Agrarias, Portoviejo.
- ECUADOR, LA CUNA DEL CACAO. (2021). *Republica del Ecuador*, 2.
- HORA, L. (03 de 11 de 2021). *La HORA*. Obtenido de La HORA: <https://www.lahora.com.ec/pais/exportacion-cacao-incrementa/#:~:text=El%20cacao%20ecuatoriano%20tiene%20creciente,de%2091.821%20a%20101.605%20toneladas>.
- INAMHI. (2015). *Anuario Meteorológico*. Instituto Nacional de Meteorología E Hidrología. Quito: Publicaciones INAMHI. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>
- INAMHI. (2017). *ANUARIO METEOROLÓGICO*. Ecuador: http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf.
- INIAP. (2018). *INIAP*. Obtenido de INIAP: <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/el-iniap-dispone-de-tecnologias-para-combatir-la-moniliasis/>
- Montes, M. (2016). *“EFECTOS DEL FOSFORO Y AZUFRE SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAZORCAS, EN UNA PLANTACIÓN DE CACAO (Theobroma cacao L.) CCN-51, EN LA ZONA DE BABAHOYO”*. UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. Babahoyo, Los Rios, Ecuador: UTB. Recuperado el 25 de Mayo de 2023, de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3358/E-UTB-FACIAGING%20AGROP-000009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez, P. (2013). *EL CACAO: AYER, HOY Y SIEMPRE EN EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL DEL MUNDO, NORTE DE SANTANDER Y CÚCUTA*. Gerencia de Empresas Mención Finanzas. NORTE DE SANTANDER: FESC. Obtenido de <file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-ElCacao-4966233.pdf>
- Riaño, L. Y. (12 de 10 de 2021). *Scielo*. Obtenido de Scielo: 2013
- Sánchez, F. y. (2012). *Moniliophthora roreri (Cif y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao. (ARTÍCULO DE REVISIÓN CIENTÍFICA)*. Universidad Nacional de Trujillo, Quevedo.
- Sánchez, V., Zambrano, J., Iglesias, C., Rodríguez, E., Villalobos, V., Díaz, J., . . . Rodríguez, O. (2019). *fontagro*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Dirección de Investigaciones. Quito, Ecuador: Wuellins Durango, INIAP. Obtenido de https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Informe_CACAO_linea_base.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza del crecimiento de *Moniliophthora roreri* bajo condiciones de competencia con *Trichoderma spp.* en medio de cultivo PDA.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
crecimiento (cm ²) monilla	15	1,00	1,00	3,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12037,25	4	3009,31	2284,96	<0,0001
Tratamientos	12037,25	4	3009,31	2284,96	<0,0001
Error	13,17	10	1,32		
Total	12050,42	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,08381

Error: 1,3170 gl: 10

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
1	2,28	3	0,66	a
2	2,63	3	0,66	a
3	51,44	3	0,66	b
5	63,62	3	0,66	c
4	63,62	3	0,66	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

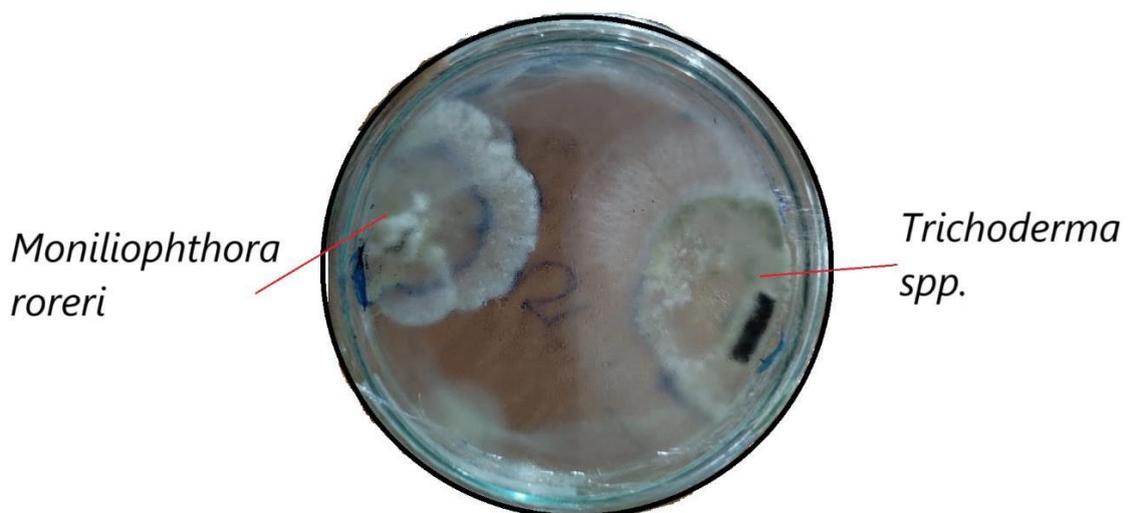
Anexo 2. Aislamiento de *Monilliophthora roreri* en medio de cultivo PDA y condiciones de laboratorio. Etapas de crecimiento



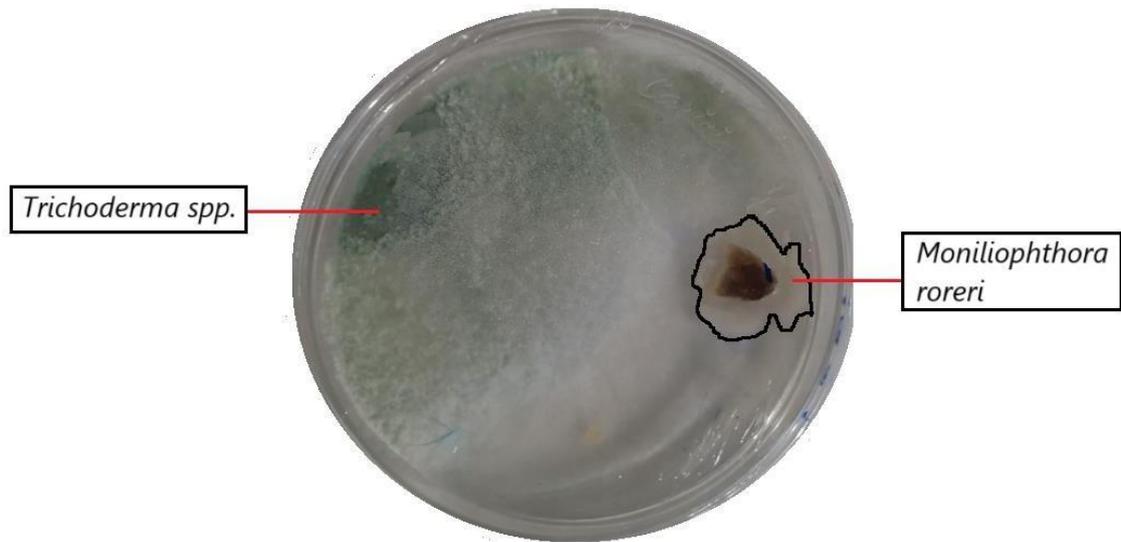
Anexo 3. *Trichoderma* spp. utilizada en el experimento



Anexo 4. Competencia entre *Monilliophthora roreri* y *Trichoderma* spp. en medio de cultivo PDA y condiciones de laboratorio. Fase inicial



Anexo 5. Competencia entre *Monilliophthora roreri* y *Trichoderma spp.* en medio de cultivo PDA y condiciones de laboratorio. Fase final



Jonathan Javier Intriago Zambrano

9%
Textos
sospechosos

9% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
6% Idiomas no reconocidos (ignorado)

Nombre del documento: Jonathan Javier Intriago Zambrano.docx
ID del documento: a46d6aba03c71a6e2f07450a27aa937f80f7ef6e
Tamaño del documento original: 1,31 MB
Autores: []

Depositante: Ricardo González Dávila
Fecha de depósito: 23/12/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 23/12/2024

Número de palabras: 4957
Número de caracteres: 33.787

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.laboratoriosaldemexico.com.mx https://www.laboratoriosaldemexico.com.mx/wp-content/uploads/2023/02/Usode-Trichoderma-...	1%		Palabras idénticas: 1% (58 palabras)
2	repositorio.ucsg.edu.ec http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/9116/1/IT-UCSG-PRE-TEC-AGRO-128.pdf 9 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (57 palabras)
3	Documento de otro usuario #45193 El documento proviene de otro grupo	1%		Palabras idénticas: 1% (51 palabras)
4	1library.co Características de la monilla - MARCO TEÓRICO https://1library.co/article/caracteristicas-de-la-monilla-marco-teorico.q77gx3kq 6 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (53 palabras)
5	Documento de otro usuario #912569 El documento proviene de otro grupo 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (43 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	cia.uagraria.edu.ec https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GALLO RODRIGUEZ FRANCISCO XAVIER.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)
2	repositorio.uteq.edu.ec https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4768/1/IT-UTEQ-078.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (25 palabras)
3	dspace.utb.edu.ec http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/11412/1/E-UTB-FACIAG-ING AGROP-000209.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
4	repositorio.uteq.edu.ec https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstreams/ad33d033-c399-45e0-8ade-8ebff616c62a/download	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
5	dx.doi.org Moniophthora roreri (Cif y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao Scie... http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2012.03.06	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)

Fuentes ignoradas Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Santiago Alexander Anzules Zapata.docx Santiago Alexander Anzules Za... #fb4472 El documento proviene de mi biblioteca de referencias	7%		Palabras idénticas: 7% (357 palabras)
2	Josue Adrian Zambrano Ferrin.docx Josue Adrian Zambrano Ferrin #94aaad El documento proviene de mi biblioteca de referencias	7%		Palabras idénticas: 7% (344 palabras)
3	repositorio.usfq.edu.ec https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7780/1/140463.pdf	4%		Palabras idénticas: 4% (224 palabras)
4	www.scielo.org.pe Control cultural, biológico y químico de Moniophthora roreri y ... http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172019000400008	4%		Palabras idénticas: 4% (197 palabras)
5	dialnet.unirioja.es https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/5113820.pdf	4%		Palabras idénticas: 4% (219 palabras)
6	www.redalyc.org https://www.redalyc.org/pdf/3576/357633703006.pdf	4%		Palabras idénticas: 4% (219 palabras)

